

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-140759

(43)Date of publication of application : 23.05.2000

(51)Int.Cl.

B06B 1/06

H02N 2/00

(21)Application number : 10-317712

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 09.11.1998

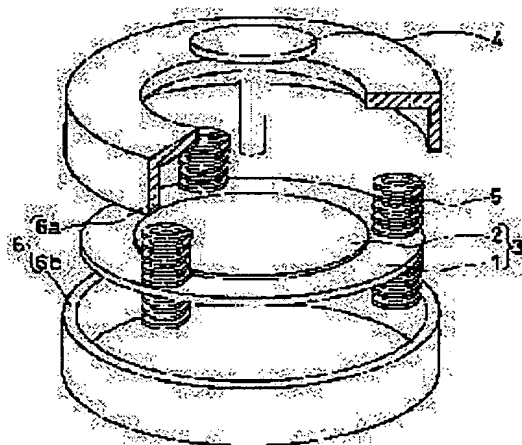
(72)Inventor : TAKEDA KATSU
MORITOKI KATSUNORI
IMADA KATSUMI
KAWASAKI OSAMU
TAKIMOTO NOBUHIRO
MINAMI KUNIIHIKO

(54) PIEZOELECTRIC ACTUATOR AND PIEZOELECTRIC VIBRATOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a structure wherein action is stabilized and driving efficiency is high even when weight reduction, miniaturization and thinning of the structure are performed and displacement of a movable body is enlarged within limit of breakage of a piezoelectric body.

SOLUTION: In a piezoelectric actuator wherein a vibrating body 3 or a moving body 4 installed on the vibrating body is driven by elastically vibrating the vibrating body 3 constituted of a piezoelectric body 2 and an elastic body 1 by applying an AC voltage to the piezoelectric body 2, the peripheral edge part of the vibrating body 3 is supported and fixed by means of a spring structure and the resonance frequency of the spring structure is set near the resonance frequency of the vibrating body 3.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application converted
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection][Date of requesting appeal against examiner's decision of
rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-140759 ✓

(P2000-140759A)

(43)公開日 平成12年5月23日(2000.5.23)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テマコード*(参考)

B 0 6 B 1/06

B 0 6 B 1/06

Z 5 D 1 0 7

H 0 2 N 2/00

H 0 2 N 2/00

C 5 H 6 8 0

審査請求 未請求 請求項の数8 O L (全 19 頁)

(21)出願番号

特願平10-317712

(22)出願日

平成10年11月9日(1998.11.9)

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 武田 克

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 守時 克典

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74)代理人 100095555

弁理士 池内 寛幸 (外1名)

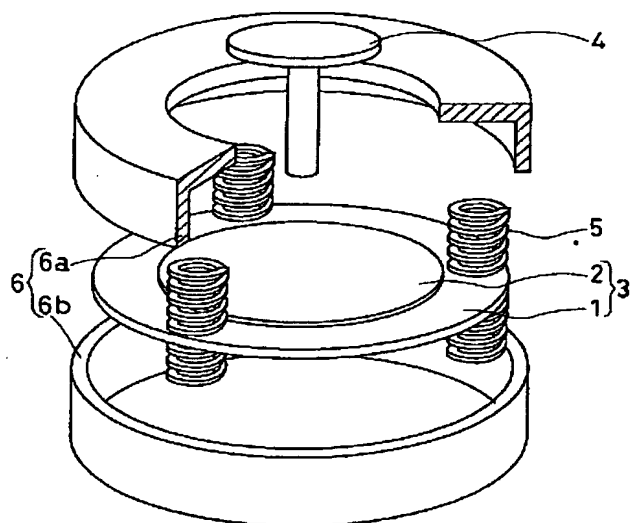
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 圧電アクチュエータ及び圧電パイププレート

(57)【要約】

【課題】 軽量化、小型化、薄型化しても動作が安定して駆動効率が高い構造で、圧電体の破壊限界内で移動体の変位を大きくする。

【解決手段】 圧電体と弾性体とで構成される振動体を、圧電体に交流電圧を印加することで弾性振動させることにより、振動体、或いは振動体上に設置された移動体を駆動する圧電アクチュエータであって、振動体の周縁部をバネ構造物によって支持固定し、かつバネ構造物の共振周波数を、振動体の共振周波数の近傍に設定する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 圧電体と弾性体とで構成される振動体を、前記圧電体に交流電圧を印加することで弾性振動させることにより、前記振動体、或いは前記振動体上に設置された移動体を駆動する圧電アクチュエータであって、
前記振動体の周縁部をバネ構造物によって支持固定し、かつ前記バネ構造物の共振周波数を、前記振動体の共振周波数の近傍に設定することを特徴とした圧電アクチュエータ。

【請求項 2】 圧電体と弾性体とで構成される振動体を、前記圧電体に交流電圧を印加することで弾性振動させることにより、前記振動体、或いは前記振動体に設置された移動体を駆動する圧電アクチュエータであって、前記振動体を支持固定するための筐体自体がバネ構造部分を有し、かつ前記筐体の前記バネ構造部分の共振周波数を、前記振動体の共振周波数の近傍に設定することを特徴とした圧電アクチュエータ。

【請求項 3】 圧電体と弾性体とで構成される振動体を、前記圧電体に交流電圧を印加することで弾性振動させることにより、前記振動体、或いは前記振動体に設置された移動体を駆動する圧電アクチュエータであって、前記振動体が、前記振動体の中心部から周縁部にかけて放射状に梁部を構成し、前記梁部を介して前記振動体を支持固定し、かつ前記梁部の共振周波数を、前記振動体の共振周波数の近傍に設定することを特徴とした圧電アクチュエータ。

【請求項 4】 前記振動体を構成する前記圧電体のうち、少なくとも 1 枚は穴が開いた形状とする請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の圧電アクチュエータ。

【請求項 5】 圧電体と弾性体とで構成される振動体を、前記圧電体に交流電圧を印加することで弾性振動させ、前記振動体上に設置された重りを駆動することにより振動を発生させる圧電パイプレータであって、前記振動体の周縁部をバネ構造物によって支持固定し、かつ前記バネ構造物の共振周波数を、前記振動体の共振周波数の近傍に設定することを特徴とした圧電パイプレータ。

【請求項 6】 圧電体と弾性体とで構成される振動体を、前記圧電体に交流電圧を印加することで弾性振動させることにより、前記振動体上に設置された重りを駆動することにより振動を発生させる圧電パイプレータであって、
振動体を支持固定するための筐体がバネ構造を有し、かつ前記筐体のバネ構造部分の共振周波数を、前記振動体の共振周波数の近傍に設定することを特徴とした圧電パイプレータ。

【請求項 7】 圧電体と弾性体とで構成される振動体を、前記圧電体に交流電圧を印加することで弾性振動させることにより、前記振動体上に設置された重りを駆動

することにより振動を発生させる圧電パイプレータであって、

前記振動体が、前記振動体の中心部から周縁部にかけて放射状に梁部を構成し、前記梁部を介して前記振動体を支持固定し、かつ前記梁部の共振周波数を、前記振動体の共振周波数の近傍に設定することを特徴とした圧電パイプレータ。

【請求項 8】 前記振動体を構成する前記圧電体のうち、少なくとも 1 枚は穴が開いた形状とした請求項 5 から 7 のいずれか一項に記載の圧電パイプレータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、圧電体により励振した弾性振動を駆動力とする圧電アクチュエータ、及び当該圧電アクチュエータの機能を利用して、使用している機器の動作状態を振動により通知する圧電パイプレータに関する。

【0002】

【従来の技術】一般に、圧電体の励振を利用し、かかる振動を駆動力として取り出す装置全般を圧電アクチュエータと呼ぶ。圧電アクチュエータの典型的な構造としては、図 47 に示したように円板の撓み振動を用いたものが一般的である。図 47 においては、弾性体 101 と圧電体 102 とで構成される振動体 103 の周縁部を筐体 104 で支持固定し、圧電体 102 に交流電圧を印加すると振動体 103 の中心部の振幅が最大となるような撓み振動が励振される。

【0003】かかる原理を適用する分野の一つとして良く用いられているのが、例えば携帯電話の着信等、機器の動作状態を使用者に振動によって知らせる機能の実現である。従来は、かかる機能の実現のためには電磁モータが多く用いられており、電磁モータの回転運動エネルギーにより機器全体、或いは機器の一部を振動させているものが殆どである。

【0004】電磁モータを用いたパイプレータの概略図を図 48 に示す。図 48 に示すように、電磁モータ 105 の軸に回転方向の対称性を崩した偏心重り 106 を設置することで、偏心重りによる遠心力により電磁モータ自体を振動させ、電磁モータ自体の振動によって、当該電磁モータが設置されている機器を振動させている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】圧電アクチュエータの性能を向上すべく、一定の電圧で大きな振動を得るためには、一般に振動体を共振駆動させることが有効である。しかしながら、大きな振動を得るために印加する電圧を大きくし過ぎると、振動体にかかる歪みが大きくなり、圧電体自体の破壊限界を越えて、圧電体自体が破壊されてしまうという問題点がある。さらに、圧電アクチュエータの振動を大きくするために別の機構を設置することも考えられるが、構造が複雑になり、圧電アクチュ

10

20

30

40

50

エータ自体の小型化、薄型化が困難になるという問題点もある。

【0006】本発明は、上記課題を解決するために、別の機構を設置することなく、簡易な構造で圧電アクチュエータの振動変位の拡大を実現し、かつ小型化・薄型化に対応することができる圧電アクチュエータを実現することを目的としている。

【0007】一方、従来から用いられている電磁モータを用いたバイブレータにおいて、バイブレータによる機器の振動を大きくするためには、偏心重りの重さを重くするか、偏心重りの回転数を増やすことで電磁モータの回転運動エネルギーを大きくすれば良い。

【0008】しかしながら、バイブレータが用いられる携帯電話等の機器の軽量化、小型化、薄型化、動作時間の長期化によって、バイブレータ自体の軽量化、小型化、薄型化、低消費電力化が要望されている。そのため例えば、偏心重りを重く、或いは大きくすることで電磁モータの回転運動エネルギーは大きくすることができるが、偏心重りを重くすれば軽量化が、大きくすれば小型化、薄型化が困難になり、また重い重りを回転させるためには、電磁モータに多くの電流を流さなければならぬので消費電力が大きくなってしまう。また、電磁モータ内での磁束密度を大きくするために、コアの体積を大きくしたり、コアに巻く巻き線数を多くすれば、電磁モータの軽量化、小型化、薄型化が困難になるという問題点がある。

【0009】本発明は、上記課題を解決すべく、圧電アクチュエータを活用して、軽量化、小型化、薄型化しても動作が安定して駆動効率が高い圧電バイブレータを実現することも目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明にかかる圧電アクチュエータは、圧電体と弾性体とで構成される振動体を、圧電体に交流電圧を印加することで弾性振動させることにより、振動体、或いは振動体上に設置された移動体を駆動する圧電アクチュエータであって、振動体の周縁部をバネ構造物によって支持固定し、かつバネ構造物の共振周波数を、前記振動体の共振周波数の近傍に設定することを特徴とする。

【0011】かかる構成により、振動体の撓み振動に共振してバネ構造物も上下方向に伸縮運動を行うため、一定の交流電圧に対して、移動体の変位をより大きくすることが可能となる。

【0012】次に、本発明にかかる圧電アクチュエータは、圧電体と弾性体とで構成される振動体を、圧電体に交流電圧を印加することで弾性振動させることにより、振動体、或いは振動体に設置された移動体を駆動する圧電アクチュエータであって、振動体を支持固定するための筐体自体がバネ構造部分を有し、かつ筐体のバネ構造部分の共振周波数を、振動体の共振周波数の近傍に設定

することを特徴とする。

【0013】かかる構成により、筐体自体にバネ構造を有しているため、より少ない部品点数で構成することができ、さらに振動体の周縁部を円周方向に一樣に支持固定できるため、振動体がより安定した振動を行うことができ、移動体の動作の安定性を増すことが可能となる。

【0014】次に、本発明にかかる圧電アクチュエータは、圧電体と弾性体とで構成される振動体を、圧電体に交流電圧を印加することで弾性振動させることにより、振動体、或いは振動体に設置された移動体を駆動する圧電アクチュエータであって、振動体が、振動体の中心部から周縁部にかけて放射状に梁部を構成し、梁部を介して振動体を支持固定し、かつ梁部の共振周波数を、振動体の共振周波数の近傍に設定することを特徴とする。

【0015】かかる構成により、振動体を構成する弾性体と、梁部、及び枠部を一つの部品として形成することができるため、振動体の共振周波数と梁部の共振周波数を合わせることが比較的容易であり、かつ厚さ方向には振動体の厚さと振動体の変位分だけの厚さがあれば構成できるので、圧電アクチュエータの薄型化が可能となる。

【0016】また、本発明にかかる圧電アクチュエータは、振動体を構成する圧電体のうち、少なくとも1枚は穴が開いた形状とすることが好ましい。最も変位の大きい振動体の中央部に圧電体がないために、振動体が振動したときに圧電体にかかる歪みは小さくできるので、円板形状の圧電体を使用した場合に比べて動作寿命が長くなることが期待できるからである。

【0017】次に、上記目的を達成するために本発明にかかる圧電バイブレータは、圧電体と弾性体とで構成される振動体を、圧電体に交流電圧を印加することで弾性振動させ、振動体上に設置された重りを駆動することにより振動を発生させる圧電バイブレータであって、振動体の周縁部をバネ構造物によって支持固定し、かつバネ構造物の共振周波数を、振動体の共振周波数の近傍に設定することを特徴とする。

【0018】かかる構成により、振動体の撓み振動に共振してバネ構造物も上下方向に伸縮運動を行うため、一定の交流電圧に対して、移動体の変位をより大きくすることが可能となる。

【0019】次に、本発明にかかる圧電バイブレータは、圧電体と弾性体とで構成される振動体を、圧電体に交流電圧を印加することで弾性振動させることにより、振動体上に設置された重りを駆動することにより振動を発生させる圧電バイブレータであって、振動体を支持固定するための筐体がバネ構造を有し、かつ筐体のバネ構造部分の共振周波数を、振動体の共振周波数の近傍に設定することを特徴とする。

【0020】かかる構成により、筐体自体にバネ構造を有しているため、より少ない部品点数で構成することが

でき、さらに振動体の周縁部を円周方向に一樣に支持固定できるため、振動体がより安定した振動を行うことができ、重りの振動の安定性、すなわちパイプレータの振動の安定性を増すことが可能となる。

【0021】次に、本発明にかかる圧電パイプレータは、圧電体と弾性体とで構成される振動体を、圧電体に交流電圧を印加することで弾性振動させることにより、振動体上に設置された重りを駆動することにより振動を発生させる圧電パイプレータであって、振動体が、振動体の中心部から周縁部にかけて放射状に梁部を構成し、梁部を介して振動体を支持固定し、かつ梁部の共振周波数を、振動体の共振周波数の近傍に設定することの特徴とする。

【0022】かかる構成により、振動体を構成する弾性体と、梁部、及び枠部を一つの部品として形成することができるため、振動体の共振周波数と梁部の共振周波数を合わせることが比較的容易であり、かつ厚さ方向には振動体の厚さと振動体の変位分だけの厚さがあれば構成できるので、圧電パイプレータの薄型化が可能となる。

【0023】また、本発明にかかる圧電パイプレータは、振動体を構成する圧電体のうち、少なくとも1枚は穴が開いた形状であることが好ましい。最も変位の大きい振動体の中央部に圧電体がないために、振動体が振動したときに圧電体にかかる歪みは小さくできるので、円板形状の圧電体を使用した場合に比べて動作寿命が長くなることが期待できるからである。

【0024】

【発明の実施の形態】（実施の形態1）以下、本発明の実施の形態1にかかる圧電アクチュエータについて、図1から図4を参照しながら説明する。図1は本発明の実施の形態1における圧電アクチュエータの一部を切り欠いた分解斜視図であり、図2は図1で示した圧電アクチュエータの切り欠き断面図、図3と図4は本実施の形態1に関する他の実施例を示した切り欠き断面図である。図1から図4において、1は弾性体、2は圧電体、3は弾性体1と圧電体2とで構成される振動体、4は移動体、5はバネ、6は筐体、6aは筐体6の上蓋、6bは筐体6の下蓋を示す。

【0025】図1及び図2において、弾性体1の厚さ方向上側の主面には圧電体2が接着されて振動部3を構成しており、振動部3のほぼ中央部には移動体4、外周部に複数のバネ5が設置され、バネ5を介して上蓋6a、下蓋6bで構成される筐体6によって振動体3を支持固定している。圧電体2は厚さ方向の両主面に電極が設置され、厚さ方向に分極されている。振動体3の撓み振動の共振周波数は、弾性体1と圧電体2の材質、厚さ、直径等によって決まり、バネ5の上下方向に伸縮運動を行う共振周波数は、バネ5の材質、線径、バネ形状等によって決まる。

【0026】振動体3の撓み振動の共振周波数を有する

交流電圧を圧電体2の厚さ方向に印加すると、振動体3は中心近傍の変位が最も大きくなるよう厚さ方向に振動をする。この時、バネ5における上下方向の伸縮運動の共振周波数を、振動体3の撓み振動の共振周波数にほぼ一致させると、振動体3の撓み振動に共振してバネ5も上下方向に伸縮運動を行うため、振動体3に設置された移動体4の上下方向の変位は、振動体3の撓み振動の変位にバネ5の伸縮運動による変位が重畳されることで、さらに大きくなる。よって、従来の圧電アクチュエータに印加した電圧と同じ強さの電圧を印加したとしても、移動体4の変位をより大きくすることが可能となる。

【0027】図3は本実施の形態1にかかる圧電アクチュエータの他の実施例を示し、圧電体2を弾性体1の厚さ方向下側の主面に接着して振動体3を構成している。図3においても、図1及び図2に示した場合と同様に、振動体3の中心近傍における厚さ方向の振動とバネ5の上下方向の振動とが共振することにより、同じ電気エネルギーを加えても、移動体4の変位をより大きくすることが可能となる。

【0028】さらに、移動体4が外部に対して何らかの仕事をする場合、図1及び図2の例においては移動体4の振動等によって圧電体2に過大な外力がかかり、弾性体1に比べて脆い圧電体2が割れたり、欠けたりする可能性もある。本実施例においては、圧電体2と移動体4とが直接接触する機会がないため、圧電体2が移動体4の振動・衝撃等によって割れたり、欠けたりする可能性が小さく、動作寿命が長くなることが期待できる。

【0029】図4は本実施の形態1にかかる圧電アクチュエータの他の実施例を示す。図4においては、圧電体2を弾性体1の厚さ方向両主面に接着して振動体3を構成している。この場合、振動の駆動源である圧電体の体積が図1、図2、及び図3の場合に比べて2倍になっているので、同じ強さの電圧が印加されてもより大きな駆動力を移動体4を介して出力することができる。

【0030】なお、本実施の形態1では、弾性体1、圧電体2が円板形状の場合について説明したが、正方形等の矩形形状でも同様な効果が期待できる。また、図1から図4において、振動体3を3組のバネ5で支持固定した場合について説明したが、必要な出力に応じてバネ5の組数を設定することができる。その上、振動体3の外周部に穴を開ければ上下方向に1本のバネで構成することもできる。さらに、バネ5について、形状は弦巻バネで説明したが、バネ構造を有していればどのような形状であっても良い。例えば、皿バネを用いれば1組のバネで構成することも可能である。

【0031】以上のように、本実施の形態1によれば、振動体3の撓み振動に共振してバネ5も上下方向に伸縮運動を行うため、移動体4の変位をより大きくすることが可能となる。

【0032】（実施の形態2）以下、本発明の実施の形態2にかかる圧電アクチュエータについて、図5から図8を参照しながら説明する。図5は本発明の実施の形態2にかかる圧電アクチュエータの一部を切り欠いた分解斜視図であり、図6は図5で示した圧電アクチュエータの切り欠き断面図、図7と図8は本実施の形態2にかかる圧電アクチュエータの他の実施例を示した切り欠き断面図である。図5から図8において、1は弾性体、2は圧電体、3は弾性体1と圧電体2とで構成される振動体、4は移動体、7は筐体、7aは筐体7の上蓋、7bは筐体7の下蓋を示す。

【0033】図5及び図6において、弾性体1の厚さ方向上側の主面には圧電体2が接着されて振動部3を構成しており、振動部3のほぼ中央部には移動体4が設置されている。筐体7は上蓋7a、下蓋7bとで構成され、振動体3との接触部分近傍は厚さ方向にバネ構造を有しており、振動体3を筐体7の上蓋7aと下蓋7bとで挟み込んで支持固定している。圧電体2は厚さ方向の両主面に電極が設置され、厚さ方向に分極されている。

【0034】振動体3の撓み振動の共振周波数を有する交流電圧を圧電体2の厚さ方向に印加すると、振動体3は中心近傍の変位が最も大きくなるよう厚さ方向に振動をする。この時、筐体7の上蓋7aと下蓋7bのバネ構造部分が上下方向に運動する共振周波数を、振動体3の撓み振動の共振周波数にほぼ一致させると、振動体3の撓み振動と共に筐体7の上蓋7aと下蓋7bのバネ構造部分も上下方向に運動するため、振動体3に設置された移動体4の上下方向の変位は、振動体3の撓み振動の変位に筐体7におけるバネ構造部分の上下運動の変位が重畳されることで、さらに大きくなる。よって、従来の圧電アクチュエータに印加した電圧と同じ強さの電圧を印加したとしても、移動体4の変位をより大きくすることが可能となる。

【0035】また、筐体7自体にバネ構造を有しているので、より少ない部品点数で構成することができ、さらに振動体3の周縁部を円周方向に一樣に支持固定できるため、振動体3がより安定した振動を行うことができ、移動体4の動作の安定性を増すことが可能となる。

【0036】図7は本実施の形態2にかかる圧電アクチュエータの他の実施例を示し、圧電体2を弾性体1の厚さ方向下側の主面に接着して振動体3を構成している。図7において、圧電体2と移動体4とは振動体3が振動しても直接には接触しないので、圧電体2が移動体4の振動・衝撃等で割れたり、欠けたりする可能性が小さく、動作寿命が長くなることが期待できる。

【0037】図8は本実施の形態2にかかる圧電アクチュエータの他の実施例を示す。図8においては、圧電体2を弾性体1の厚さ方向両主面に接着して振動体3を構成している。この場合、振動の駆動源である圧電体2の体積が図5、図6、及び図7の場合に比べて2倍になっ

ているので、同じ強さの電圧が印加されてもより大きな駆動力を移動体4を介して出力することができる。

【0038】なお、本実施の形態2においても、弾性体1、圧電体2が円板形状の場合について説明したが、正方形等の矩形形状でも同様な効果が期待できる。以上のように、本実施の形態2によれば、筐体7自体にバネ構造を有しているので、より少ない部品点数で構成することができ、さらに振動体3の周縁部を円周方向に一樣に支持固定できるため、振動体3がより安定した振動を行うことができ、移動体4の動作の安定性を増すことが可能となる。

【0039】（実施の形態3）以下、本発明の実施の形態3にかかる圧電アクチュエータについて、図9から図14を参照しながら説明する。図9は本発明の実施の形態3にかかる圧電アクチュエータの一部を切り欠いた分解斜視図であり、図10は図9で示した圧電アクチュエータの切り欠き断面図、図11、図12、図13、及び図14は本実施の形態3にかかる圧電アクチュエータの他の実施例を示した切り欠き断面図である。図9から図14において、1は弾性体、2は圧電体、3は弾性体1と圧電体2とで構成される振動体、4は移動体、8は梁部、9は枠部、10は筐体、10aは筐体10の上蓋、10bは筐体10の下蓋を示す。

【0040】図9及び図10において、弾性体1の厚さ方向上側の主面には圧電体2が接着されて振動部3を構成しており、振動部3のほぼ中央部には移動体4が設置されている。振動体3には中央部から周縁部にかけて放射状に梁部8が設置され、梁部8の振動体3と反対側の端部で枠部9に接続されている。振動体3は、梁部8、枠部9を介して筐体10の上蓋10a、下蓋10bにより挟まれて支持固定している。圧電体2は厚さ方向の両主面に電極が設置され、厚さ方向に分極されている。

【0041】振動体3の撓み振動の共振周波数を有する交流電圧を圧電体2の厚さ方向に印加すると、振動体3は中心近傍の変位が最も大きくなるよう厚さ方向に振動をする。この時、梁部8の曲げ振動の共振周波数を、振動体3の撓み振動の共振周波数にほぼ一致させると、振動体3の撓み振動に共振して梁部8も上下方向に振動するため、振動体3に設置された移動体4の上下方向の変位は、振動体3の撓み振動の変位に梁部8の曲げ振動による変位が重畳されることで、さらに大きくなる。よって、従来の圧電アクチュエータに印加した電圧と同じ強さの電圧を印加したとしても、移動体4の変位をより大きくすることが可能となる。

【0042】さらに、振動体3を構成する弾性体2と、梁部8、及び枠部9が一つの部品として、例えば金属薄板をエッチング等の方法により形成することができるため、振動体3の共振周波数と梁部8の共振周波数を合わせることが容易であり、かつ厚さ方向には振動体3の厚さと振動体3の変位分だけの厚さがあれば構成できるの

で、圧電アクチュエータの薄型化が可能となる。

【0043】図11は本実施の形態3にかかる圧電アクチュエータの他の実施例を示し、圧電体2を弾性体1の厚さ方向下側の主面に接着して振動体3を構成している。図11において、圧電体2と移動体4とは振動体3が振動しても直接には接触しないので、圧電体2が移動体4の振動・衝撃等で割れたり、欠けたりする可能性が小さく、動作寿命が長くなることが期待できる。

【0044】図12は本実施の形態3にかかる圧電アクチュエータの他の実施例を示し、圧電体2を弾性体1の厚さ方向両主面に接着して振動体3を構成している。この場合、振動の駆動源である圧電体2の体積が図9、図10、及び図11の場合に比べて2倍になっているので、同じ強さの電圧が印加されてもより大きな駆動力を移動体4を介して出力することができる。

【0045】また、図13は本実施の形態3にかかる圧電アクチュエータの他の実施例を示す。図13においては、梁部8を厚さ方向に曲げることでバネ性を持たせ、梁部8にバネ性を加えることで曲げ振動の変位を拡大することができる。図14は本実施の形態3にかかる圧電アクチュエータの他の実施例として、梁部8を面方向に曲げることでバネ性を持たせた場合を示しており、図13の場合と同様な効果が得られ、さらに梁部8を図14の形状で図13の場合のように厚さ方向に曲げバネ性を持たせることも可能である。

【0046】なお、本実施の形態3においても、弾性体1、圧電体2を円板形状の場合について説明したが、正方形等の矩形形状でも同様な効果が期待できる。また、梁部8の数、曲げ形状、及び位置関係については、移動体4の変位、及び移動体4を介した出力に応じて設定することができる。

【0047】以上のように、本実施の形態3によれば、振動体3を構成する弾性体2と、梁部8、及び枠部9を一つの部品として形成することができるため、振動体3の共振周波数と梁部8の共振周波数を合わせることが容易であり、かつ厚さ方向には振動体3の厚さと振動体3の変位分だけの厚さがあれば構成できるので、圧電アクチュエータの薄型化が可能となる。

【0048】（実施の形態4）以下、本発明の実施の形態4にかかる圧電アクチュエータについて、図15から図23を参照しながら説明する。図15は本発明の実施の形態4にかかる圧電アクチュエータの一部を切り欠いた分解斜視図であり、図16は図15で示した圧電アクチュエータの切り欠き断面図、図17と図18は本実施の形態4に関して別の例を示した切り欠き断面図、図19は本実施の形態4にかかる圧電アクチュエータの他の実施例を示した一部を切り欠いた分解斜視図、図20は図19で示した圧電アクチュエータの切り欠き断面図、図21は図19で示した圧電アクチュエータの他の実施例の切り欠き断面図、図22と図23は本実施の形態4

にかかる圧電アクチュエータの他の実施例を示した一部を切り欠いた分解斜視図である。図15から図23において、1は弾性体、2は圧電体、3は弾性体1と圧電体2とで構成される振動体、4は移動体を示す。また、図15から図21において、5はバネ、6は筐体、6aは筐体6の上蓋、6bは筐体6の下蓋を示し、図22において、7は筐体、7aは筐体7の上蓋、7bは筐体7の下蓋を示し、図23において、8は梁部、9は枠部、10は筐体、10aは筐体10の上蓋、10bは筐体10の下蓋を示す。

【0049】図15及び図16において、弾性体1の厚さ方向上側の主面には円環形状の圧電体2が接着されて振動部3を構成しており、振動部3のほぼ中央部には移動体4が圧電体2を介さず弾性体1に直接設置され、また振動体3の外周部には複数のバネ5が設置され、バネ5を介して上蓋6a、下蓋6bからなる筐体6で振動体3を支持固定している。圧電体2は厚さ方向の両主面に電極が設置され、厚さ方向に分極されている。

【0050】振動体3の撓み振動の共振周波数を有する交流電圧を圧電体2の厚さ方向に印加すると、振動体3は中心近傍の変位が最も大きくなるよう厚さ方向に振動をする。この時、バネ5の上下方向に伸縮運動を行う共振周波数を、振動体3の撓み振動の共振周波数にほぼ一致させると、振動体3の撓み振動に共振してバネ5も上下方向に伸縮運動を行うため、振動体3に設置された移動体4の上下方向の変位は、振動体3の撓み振動の変位にバネ5の伸縮運動による変位が重畳されることで、さらに大きくなる。よって、従来の圧電アクチュエータに印加した電圧と同じ強さの電圧を印加したとしても、移動体4の変位をより大きくすることが可能となる。

【0051】また、最も変位の大きい振動体3の中央部に圧電体2がないために、振動体3が振動したときに圧電体2にかかる歪みは小さくできるので、円板形状の圧電体を使用した場合に比べて動作寿命が長くなることが期待できる。さらに、移動体4を振動体3の弾性体1に直接設置することができるので、円板形状の圧電体を使用した場合に比べて、移動体4を介した出力を大きくすることができる。

【0052】図17から図21は本実施の形態4にかかる圧電アクチュエータの他の実施例である。図17は円環形状の圧電体2を弾性体1の厚さ方向両主面に接着して振動体3を構成し、図18は弾性体1の上側の主面に円環形状の圧電体2を、弾性体1の下側の主面に円板形状の圧電体2を接着して振動体3を構成している。これらの場合、円環形状の圧電体を用いた効果を減ずることなく振動の駆動源である圧電体の総体積を増やしているので、図15及び図16の場合に比べて移動体4を介して大きな駆動力を出力することができる。図19、図20、及び図21は、弾性体1について移動体4との接続部分に穴をあけて弾性体1と移動体4とを接合させた実

施例を示す。これらの場合、図 15 及び図 16 の場合に比べて移動体 4 と弾性体 1 とが強く接合でき、移動体 4 を介した出力をより大きくでき、図 21 に示すように弾性体 1 の両主面に圧電体 2 を接着して振動体 3 を構成し、圧電体の体積を増やすことで出力を大きくすることも可能である。

【0053】図 22 と図 23 は本実施の形態 4 にかかる圧電アクチュエータの他の実施例を示す。図 22 はバネ構造を有する筐体 7 で振動体 3 を支持固定した場合を示しており、図 23 は振動体 3 の外周部を放射状に設置された梁部 8 を介して枠部 9 により筐体 10 で振動体 3 を支持固定した場合を示している。図 22 及び図 23 の場合とも円環型の圧電体 2 を用いて振動体 3 を構成することで、弾性体 1 と移動体 4 とを直接接合することにより、同様の効果を得ることができる。

【0054】以上のように、本実施の形態 4 によれば、最も変位の大きい振動体 3 の中央部に圧電体 2 がいないために、振動体 3 が振動したときに圧電体 2 にかかる歪みは小さくできるので、円板形状の圧電体を使用した場合に比べて動作寿命が長くなることが期待できる。さらに、移動体 4 を振動体 3 の弾性体 1 に直接設置することができるので、円板形状の圧電体を使用した場合に比べて、移動体 4 を介した出力を大きくすることができる。

【0055】（実施の形態 5）以下、本発明の実施の形態 5 にかかる圧電パイププレートについて、図 24 から図 27 を参照しながら説明する。図 24 は本発明の実施の形態 5 にかかる圧電パイププレートの一部を切り欠いた分解斜視図であり、図 25 は図 24 で示した圧電パイププレートの切り欠き断面図、図 26 と図 27 は本実施の形態 5 にかかる圧電パイププレートの他の実施例を示した切り欠き断面図である。図 24 から図 27 において、21 は弾性体、22 は圧電体、23 は弾性体 21 と圧電体 22 とで構成される振動体、24 は重り、25 はバネ、26 は筐体、26a は筐体 26 の上蓋、26b は筐体 26 の下蓋を示す。

【0056】図 24 及び図 25 において、弾性体 21 の厚さ方向上側の主面には圧電体 22 が接着されて振動部 23 を構成しており、振動部 23 のほぼ中央部には重り 24、外周部に複数のバネ 25 が設置され、バネ 25 を介して上蓋 26a、下蓋 26b からなる筐体 26 で振動体 23 を支持固定している。圧電体 22 は厚さ方向の両主面に電極が設置され、厚さ方向に分極されている。

【0057】振動体 23 の撓み振動の共振周波数を有する交流電圧を圧電体 22 の厚さ方向に印加すると、振動体 23 は中心近傍の変位が最も大きくなるよう厚さ方向に振動をする。この時、バネ 25 の上下方向に伸縮運動を行う共振周波数を、振動体 23 の撓み振動の共振周波数にほぼ一致させると、振動体 23 の撓み振動に共振してバネ 25 も上下方向に伸縮運動を行うため、振動体 23 上に設置された重り 24 の上下方向の変位が、振動体

23 の撓み振動の変位にバネ 25 の伸縮運動による変位が重畳されることで大きくなり、圧電パイププレートによる振動も大きくすることが可能となる。

【0058】図 26 は本実施の形態 5 にかかる圧電パイププレートの他の実施例を示し、圧電体 22 を弾性体 21 の厚さ方向下側の主面に接着され振動体 23 を構成している。図 26 においても、図 24 及び図 25 に示した場合と同様に、振動体 23 の中心近傍における厚さ方向の振動とバネ 25 の上下方向の振動とが共振することにより、同じ電気エネルギーを加えても、重り 24 の変位をより大きくすることが可能となる。

【0059】さらに、図 24 及び図 25 では、重り 24 が圧電体 22 に直接接合されているため、振動量を大きくするために振動体 23 を大きく変位させると、弾性体 21 に比べて脆い圧電体 22 が割れたり、欠けたりする可能性もある。本実施例においては、圧電体 22 と重り 24 とが直接接触する機会がないため、圧電体 22 が重り 24 の振動・衝撃等によって割れたり、欠けたりする可能性が小さく、動作寿命が長くなることが期待できる。

【0060】図 27 は本実施の形態 5 にかかる圧電パイププレートの他の実施例を示す。図 27 においては、圧電体 22 を弾性体 21 の厚さ方向両主面に接着して振動体 23 を構成している。この場合、振動の駆動源である圧電体の体積が図 24、図 25、及び図 26 の場合に比べて 2 倍になっているので、同じ強さの電圧が印加されてもより大きな力で重り 24 を駆動することができる。

【0061】なお、本実施の形態 5 では、弾性体 21、圧電体 22 を円板形状の場合について説明したが、正方形等の矩形形状でも同様な効果が期待できる。また、図 24 から図 26 において、振動体 23 を 3 組のバネ 25 で支持固定した場合について説明したが、必要な振動量に応じてバネ 25 の組数を設定することができる。その上、振動体 23 の外周部に穴を開ければ上下方向に 1 本のバネで構成することもできる。さらに、バネ 25 について、形状は弦巻バネで説明したが、バネ構造を有していればどのような形状であっても良い。例えば、皿バネを用いれば 1 組のバネで構成することも可能である。

【0062】以上のように、本実施の形態 1 によれば、振動体 3 の撓み振動に共振してバネ 5 も上下方向に伸縮運動を行うため、重り 24 の変位をより大きくすることができ、パイププレートの振動を大きくすることが可能となる。

【0063】（実施の形態 6）以下、本発明の実施の形態 6 にかかる圧電パイププレートについて、図 28 から図 31 を参照しながら説明する。図 28 は本発明の実施の形態 6 にかかる圧電パイププレートの一部を切り欠いた分解斜視図であり、図 29 は図 29 で示した圧電パイププレートの切り欠き断面図、図 30 と図 31 は本実施の形態 6 にかかる圧電パイププレートの他の実施例を示した切り

欠き断面図である。図 28 から図 31 において、21 は弾性体、22 は圧電体、23 は弾性体 21 と圧電体 22 とで構成される振動体、24 は重り、27 は筐体、27a は筐体 27 の上蓋、27b は筐体 27 の下蓋を示す。

【0064】図 28 及び図 29 において、弾性体 21 の厚さ方向上側の主面には圧電体 22 が接着されて振動部 23 を構成しており、振動部 23 のほぼ中央部には重り 24 が設置されている。筐体 27 は上蓋 27a、下蓋 27b とで構成され、振動体 23 との接触部分近傍は厚さ方向にバネ構造を有しており、振動体 23 を筐体 27 の上蓋 27a と下蓋 27b とで挟み込んで支持固定している。圧電体 22 は厚さ方向の両主面に電極が設置され、厚さ方向に分極されている。

【0065】振動体 23 の撓み振動の共振周波数を有する交流電圧を圧電体 22 の厚さ方向に印加すると、振動体 23 は中心近傍の変位が最も大きくなるよう厚さ方向に振動をする。この時、筐体 27 の上蓋 27a と下蓋 27b のバネ構造部分が上下方向に運動する共振周波数を、振動体 23 の撓み振動の共振周波数にほぼ一致させると、振動体 23 の撓み振動と共に筐体 27 の上蓋 27a と下蓋 27b のバネ構造部分も上下方向に運動するため、振動体 23 に設置された重り 24 の上下方向の変位は、振動体 23 の撓み振動の変位に筐体 27 におけるバネ構造部分の上下運動の変位が重畳されることでより大きくなり、重り 24 を上下方向に大きく駆動することが可能となる。

【0066】また、筐体 27 自体にバネ構造を有しているので、より少ない部品点数で圧電パイプレータを構成することができ、さらに振動体 23 の周縁部を円周方向に一樣に支持固定できるため、振動体 23 がより安定した振動を行うことができ、重り 24 の動作の安定性、すなわちパイプレータの振動の安定性を増すことが可能となる。

【0067】図 30 は本実施の形態 6 にかかる圧電パイプレータの他の実施例を示し、圧電体 22 を弾性体 21 の厚さ方向下側の主面に接着され振動体 23 を構成している。図 30 において、圧電体 22 と重り 24 とは振動体 23 振動しても直接には接触しないので、圧電体 22 が重り 24 の振動・衝撃等で割れたり、欠けたりする可能性が小さく、動作寿命が長くなることが期待できる。

【0068】図 31 は本実施の形態 6 にかかる圧電パイプレータの他の実施例を示す。図 31 においては、圧電体 22 を弾性体 21 の厚さ方向両主面に接着して振動体 23 を構成している。この場合、振動の駆動源である圧電体 22 の体積が図 28、図 29、及び図 30 の場合に比べて 2 倍になっているので、同じ強さの電圧が印加されてもより大きな力で重り 24 を駆動することができる。

【0069】なお、本実施の形態 6 においても、弾性体 21、圧電体 22 を円板形状の場合について説明した

が、正方形等の矩形形状でも同様な効果が期待できる。以上のように、本実施の形態 6 によれば、筐体 27 自体にバネ構造を有しているため、より少ない部品点数で構成することができ、さらに振動体 23 の周縁部を円周方向に一樣に支持固定できるため、振動体 23 がより安定した振動を行うことができ、重り 24 の動作の安定性を増すことが可能となり、振動が安定している圧電パイプレータを実現できる。

【0070】（実施の形態 7）以下、本発明の実施の形態 7 にかかる圧電パイプレータについて、図 32 から図 37 を参照しながら説明する。図 32 は本発明の実施の形態 7 にかかる圧電パイプレータの一部を切り欠いた分解斜視図であり、図 33 は図 32 で示した圧電パイプレータの切り欠き断面図、図 34、図 35、図 36、及び図 37 は本実施の形態 7 にかかる圧電パイプレータの他の実施例を示した切り欠き断面図である。図 32 から図 37 において、21 は弾性体、22 は圧電体、23 は弾性体 21 と圧電体 22 とで構成される振動体、24 は重り、28 は梁部、29 は枠部、30 は筐体、30a は筐体 30 の上蓋、30b は筐体 30 の下蓋を示す。

【0071】図 32 及び図 33 において、弾性体 21 の厚さ方向上側の主面には圧電体 22 が接着されて振動部 23 を構成しており、振動部 23 のほぼ中央部には重り 24 が設置されている。振動体 23 には中央部から周縁部にかけて放射状に梁部 28 が設置され、梁部 28 の振動体 23 と反対側の端部で枠部 29 に接続されている。振動体 23 は、梁部 28、枠部 29 を介して筐体 30 の上蓋 30a、下蓋 30b により挟まれて支持固定している。圧電体 22 は厚さ方向の両主面に電極が設置され、厚さ方向に分極されている。

【0072】振動体 23 の撓み振動の共振周波数を有する交流電圧を圧電体 22 の厚さ方向に印加すると、振動体 23 は中心近傍の変位が最も大きくなるよう厚さ方向に振動をする。この時、梁部 28 の曲げ振動の共振周波数を、振動体 23 の撓み振動の共振周波数にほぼ一致させると、振動体 23 の撓み振動に共振して梁部 28 も上下方向に振動するため、振動体 23 上に設置された重り 24 の上下方向の変位は、振動体 23 の撓み振動の変位に梁部 28 の曲げ振動による変位が重畳されることで、さらに大きくなる。よって、重り 24 の変位をより大きくすることができるので、パイプレータの振動をより大きくすることが可能となる。

【0073】さらに、振動体 23 を構成する弾性体 22 と、梁部 28、及び枠部 29 が一つの部品として、例えば金属薄板をエッチング等の方法により形成することができるため、振動体 23 の共振周波数と梁部 28 の共振周波数を合わせることが容易であり、かつ厚さ方向には振動体 23 の厚さと振動体 23 の変位分だけの厚さがあれば構成できるので、圧電パイプレータの薄型化が可能となる。

【0074】図34は本実施の形態7にかかる圧電パイプレータの他の実施例を示し、圧電体22を弾性体21の厚さ方向下側の主面に接着して振動体23を構成している。図34において、圧電体22と重り24とは振動体23が振動しても直接には接触しないので、圧電体22が重り24の振動・衝撃等で割れたり、欠けたりする可能性が小さく、動作寿命が長くなることが期待できる。図35は本実施の形態7にかかる圧電パイプレータの他の実施例を示し、圧電体22を弾性体21の厚さ方向両主面に接着して振動体23を構成している。この場合、振動の駆動源である圧電体22の体積が図32、図33、及び図34の場合に比べて2倍になっているので、同じ強さの電圧が印加されてもより大きな力で重り24を駆動することができる。

【0075】また、図36は本実施の形態7にかかる圧電パイプレータの他の実施例を示す。図36においては、梁部28を厚さ方向に曲げることによりバネ性を持たせ、梁部28にバネ性を加えることで曲げ振動の変位を拡大することができる。図37は本実施の形態7にかかる圧電パイプレータの他の実施例として、梁部8を面方向に曲げることによりバネ性を持たせた場合を示しており、図36の場合と同様な効果が得られ、さらに梁部28を図37の形状で図36の場合のように厚さ方向に曲げバネ性を持たせることも可能である。

【0076】なお、本実施の形態7においても、弾性体21、圧電体22を円板形状の場合について説明したが、正方形等の矩形形状でも同様な効果が期待できる。また、梁部28の数、曲げ形状、及び位置関係については、重り24の変位に応じて設定することができる。

【0077】以上のように、本実施の形態7によれば、振動体23を構成する弾性体22と、梁部28、及び枠部29を一つの部品として形成することができるため、振動体23の共振周波数と梁部28の共振周波数を合わせることが容易であり、かつ厚さ方向には振動体23の厚さと振動体23の変位分だけの厚さがあれば構成できるので、圧電パイプレータ本体の薄型化が可能となる。

【0078】（実施の形態8）以下、本発明の実施の形態8にかかる圧電パイプレータについて、図38から図46を参照しながら説明する。図38は本発明の実施の形態8にかかる圧電パイプレータの一部を切り欠いた分解斜視図であり、図39は図38で示した圧電パイプレータの切り欠き断面図、図40と図41は本実施の形態8に関して別の例を示した切り欠き断面図、図42は本実施の形態8にかかる圧電パイプレータの他の実施例を示した一部を切り欠いた分解斜視図、図43は図42で示した圧電パイプレータの切り欠き断面図、図44は図42で示した別の例を示した圧電パイプレータの切り欠き断面図、図45と図46は本実施の形態8に関して更に別の例を示した一部を切り欠いた分解斜視図である。図38から図46において、21は弾性体、22は圧電

体、23は弾性体21と圧電体22とで構成される振動体、24は重りを示す。また、図38から図44において、25はバネ、26は筐体、26aは筐体26の上蓋、26bは筐体26の下蓋を示し、図45において、27は筐体、27aは筐体27の上蓋、27bは筐体27の下蓋を示し、図46において、28は梁部、29は枠部、30は筐体、30aは筐体30の上蓋、30bは筐体30の下蓋を示す。

【0079】図38及び図39において、弾性体21の厚さ方向上側の主面には円環形状の圧電体22が接着されて振動部23を構成しており、振動部23のほぼ中央部には重り24が圧電体22を介さず弾性体21に直接設置され、また振動体23の外周部には複数のバネ25が設置され、バネ25を介して上蓋26a、下蓋26bからなる筐体26で振動体23を支持固定している。圧電体22は厚さ方向の両主面に電極が設置され、厚さ方向に分極されている。

【0080】振動体23の撓み振動の共振周波数を有する交流電圧を圧電体22の厚さ方向に印加すると、振動体23は中心近傍の変位が最も大きくなるよう厚さ方向に振動をする。この時、バネ25の上下方向に伸縮運動を行う共振周波数を、振動体23の撓み振動の共振周波数にほぼ一致させると、振動体23の撓み振動と共にバネ25も上下方向に伸縮運動を行うため、振動体23上に設置された重り24の上下方向の変位は、振動体23の撓み振動の変位にバネ25の伸縮運動による変位が重畳されることで、さらに大きくなる。よって、重り24の変位をより大きくすることができるので、パイプレータの振動をより大きくすることが可能となる。

【0081】また、最も変位の大きい振動体23の中央部に圧電体22がないために、振動体23が振動したときに圧電体2にかかる歪みは小さくでき、また重り24を振動体23の弾性体21に直接設置することができるので、円板形状の圧電体を使用した場合に比べて動作寿命を長くすることが期待できる。

【0082】図40及び図41は本実施の形態8にかかる圧電パイプレータの他の実施例である。図40は振動体23の厚さ方向下側主面中央部にも重り24を設置することで、重りの重さを大きくすることができ、圧電パイプレータの振動を大きくすることが可能となる。図41は円環形状の圧電体22を弾性体21の厚さ方向両主面に接着して振動体23を構成することで、図38、図39、及び図40の場合に比べて圧電体22の体積が2倍になるので、大きな駆動力で重り24を駆動でき、大きな振動を得ることが可能となる。

【0083】図42、図43、及び図44は、本実施の形態8にかかる圧電パイプレータの他の実施例を示し、重り24の重さをできるだけ変えないで、弾性体21と重り24との接触面積を小さくさせ、かつ圧電体22の体積を大きくすることができる。したがって、重り24

の重さと変位が大きくとれることにより、圧電パイプ
レータの振動を大きくすることが可能となる。

【0084】図45と図46は本実施の形態8にかかる
圧電パイプレータの他の実施例である。図45はバネ構
造を有する筐体27で振動体23を支持固定した場合を
示しており、図46は振動体23の外周部を放射状に設
置された梁部28を介して枠部29により筐体30で振
動体23を支持固定した場合を示している。図45、及
び図46の場合とも円環型の圧電体22を用いて振動体
23を構成することで、重り24の重さと変位が大きく
とれることにより、圧電パイプレータの振動を大きくで
きる効果がある。

【0085】

【発明の効果】以上のように本発明にかかる圧電アク
チュエータによれば、振動体とバネ構造物の共振周波数を
ほぼ一致させることで、同じ強さの電圧を印加しても大
きく移動体を駆動することができ、また筐体にバネ構造
を有することで部品点数を少なくでき、更に振動体から
梁部構成することにより、薄型化による小型化が可能な
となる。

【0086】また、本発明にかかる圧電パイプレータに
より、振動体とバネ構造物の共振周波数をほぼ一致させ
ることで、同じ強さの電圧を印加しても重りを大きく駆
動することで振動を大きくすることができ、また筐体に
バネ構造を有することで部品点数を少なくでき、更に振
動体から梁部構成することにより、薄型化による小型化
が可能となる。本発明にかかる圧電パイプレータは、例
えば、機器に組み込んで、機器全体、或いは一部を振動
させて、その機器の動作状態を通知するために使用する
ことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態1にかかる圧電アクチュ
エータを示す一部を切り欠いた分解斜視図

【図2】 本発明の実施の形態1にかかる圧電アクチュ
エータを示す切り欠き断面図

【図3】 本発明の実施の形態1にかかる圧電アクチュ
エータの他の実施例を示す切り欠き断面図

【図4】 本発明の実施の形態1にかかる圧電アクチュ
エータの他の実施例を示す切り欠き断面図

【図5】 本発明の実施の形態2にかかる圧電アクチュ
エータを示す一部を切り欠いた分解斜視図

【図6】 本発明の実施の形態2にかかる圧電アクチュ
エータを示す切り欠き断面図

【図7】 本発明の実施の形態2にかかる圧電アクチュ
エータの他の実施例を示す切り欠き断面図

【図8】 本発明の実施の形態2にかかる圧電アクチュ
エータの他の実施例を示す切り欠き断面図

【図9】 本発明の実施の形態3にかかる圧電アクチュ
エータを示す一部を切り欠いた分解斜視図

【図10】 本発明の実施の形態3にかかる圧電アクチュ

エータを示す切り欠き断面図

【図11】 本発明の実施の形態3にかかる圧電アクチュ
エータの他の実施例を示す切り欠き断面図

【図12】 本発明の実施の形態3にかかる圧電アクチュ
エータの他の実施例を示す切り欠き断面図

【図13】 本発明の実施の形態3にかかる圧電アクチュ
エータの他の実施例を示す一部を切り欠いた分解斜視
図

【図14】 本発明の実施の形態3にかかる圧電アクチュ
エータの他の実施例を示す一部を切り欠いた分解斜視
図

【図15】 本発明の実施の形態4にかかる圧電アクチュ
エータを示す一部を切り欠いた分解斜視図

【図16】 本発明の実施の形態4にかかる圧電アクチュ
エータを示す切り欠き断面図

【図17】 本発明の実施の形態4にかかる圧電アクチュ
エータの他の実施例を示す切り欠き断面図

【図18】 本発明の実施の形態4にかかる圧電アクチュ
エータの他の実施例を示す切り欠き断面図

【図19】 本発明の実施の形態4にかかる圧電アクチュ
エータの他の実施例を示す一部を切り欠いた分解斜視
図

【図20】 本発明の実施の形態4にかかる圧電アクチュ
エータの他の実施例を示す切り欠き断面図

【図21】 本発明の実施の形態4にかかる圧電アクチュ
エータの他の実施例を示す切り欠き断面図

【図22】 本発明の実施の形態4にかかる圧電アクチュ
エータの他の実施例を示す一部を切り欠いた分解斜視
図

【図23】 本発明の実施の形態4にかかる圧電アクチュ
エータの他の実施例を示す一部を切り欠いた分解斜視
図

【図24】 本発明の実施の形態5にかかる圧電パイプ
レータを示す一部を切り欠いた分解斜視図

【図25】 本発明の実施の形態5にかかる圧電パイプ
レータを示す切り欠き断面図

【図26】 本発明の実施の形態5にかかる圧電パイプ
レータの他の実施例を示す切り欠き断面図

【図27】 本発明の実施の形態5にかかる圧電パイプ
レータの他の実施例を示す切り欠き断面図

【図28】 本発明の実施の形態6にかかる圧電パイプ
レータを示す一部を切り欠いた分解斜視図

【図29】 本発明の実施の形態6にかかる圧電パイプ
レータを示す切り欠き断面図

【図30】 本発明の実施の形態6にかかる圧電パイプ
レータの他の実施例を示す切り欠き断面図

【図31】 本発明の実施の形態6にかかる圧電パイプ
レータの他の実施例を示す切り欠き断面図

【図32】 本発明の実施の形態7にかかる圧電パイプ
レータを示す一部を切り欠いた分解斜視図

【図 3 3】 本発明の実施の形態 7 にかかる圧電パイプ
レータを示す切り欠き断面図

【図 3 4】 本発明の実施の形態 7 にかかる圧電パイプ
レータの他の実施例を示す切り欠き断面図

【図 3 5】 本発明の実施の形態 7 にかかる圧電パイプ
レータの他の実施例を示す切り欠き断面図

【図 3 6】 本発明の実施の形態 7 にかかる圧電パイプ
レータの他の実施例を示す一部を切り欠いた分解斜視図

【図 3 7】 本発明の実施の形態 7 にかかる圧電パイプ
レータの他の実施例を示す一部を切り欠いた分解斜視図 10

【図 3 8】 本発明の実施の形態 8 にかかる圧電パイプ
レータを示す一部を切り欠いた分解斜視図

【図 3 9】 本発明の実施の形態 8 にかかる圧電パイプ
レータを示す切り欠き断面図

【図 4 0】 本発明の実施の形態 8 にかかる圧電パイプ
レータの他の実施例を示す切り欠き断面図

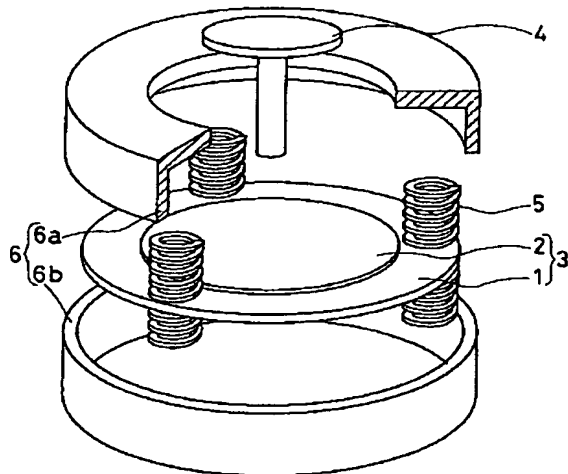
【図 4 1】 本発明の実施の形態 8 にかかる圧電パイプ
レータの他の実施例を示す切り欠き断面図

【図 4 2】 本発明の実施の形態 8 にかかる圧電パイプ
レータの他の実施例を示す一部を切り欠いた分解斜視図 20

【図 4 3】 本発明の実施の形態 8 にかかる圧電パイプ
レータの他の実施例を示す切り欠き断面図

【図 4 4】 本発明の実施の形態 8 にかかる圧電パイプ
レータの他の実施例を示す切り欠き断面図

【図 1】



【図 4 5】 本発明の実施の形態 8 にかかる圧電パイプ
レータの他の実施例を示す一部を切り欠いた分解斜視図

【図 4 6】 本発明の実施の形態 8 にかかる圧電パイプ
レータの他の実施例を示す一部を切り欠いた分解斜視図

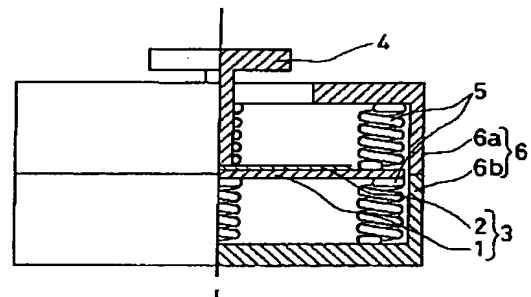
【図 4 7】 円板の撓み振動を利用した圧電アクチュエ
ータの一例を示した概略斜視図

【図 4 8】 電磁モータを使用したパイプレータの一例
を示した概略斜視図

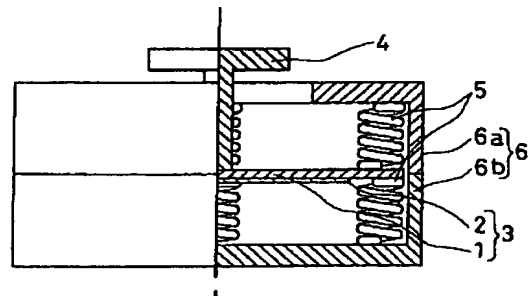
【符号の説明】

- 1、21、101 弾性体
- 2、22、102 圧電体
- 3、23、103 振動体
- 4 移動体
- 5、25 バネ
- 6、7、10、26、27、30 筐体
- 6a、7a、10a、26a、27a、30a 上蓋
- 6b、7b、10b、26b、27b、30b 下蓋
- 8、28 梁部
- 9、29 枠部
- 24 重り
- 104 支持体
- 105 電磁モータ
- 106 偏心重り

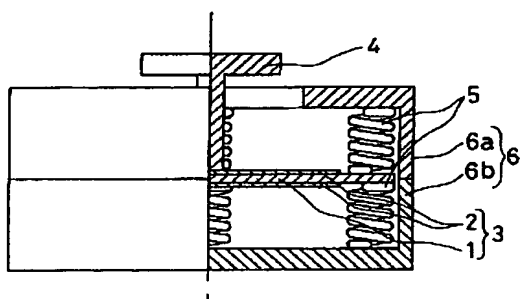
【図 2】



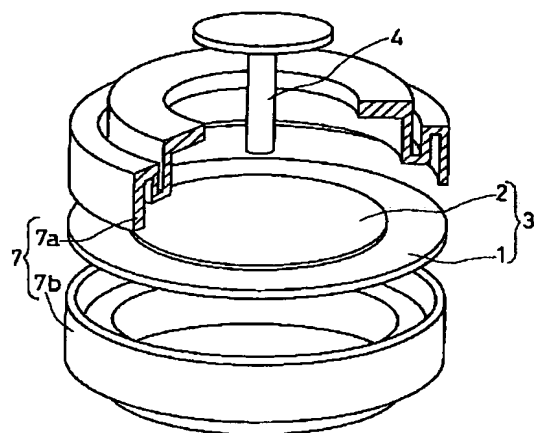
【図 3】



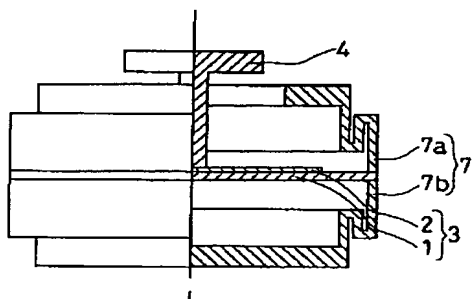
【図 4】



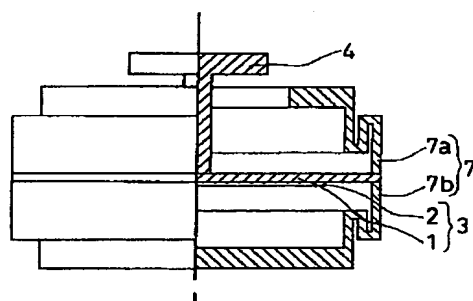
【図 5】



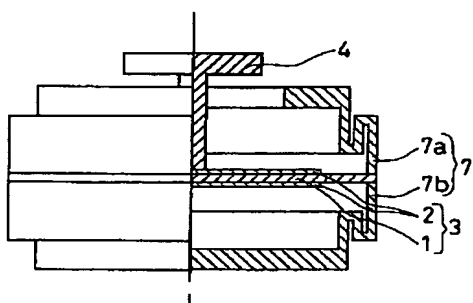
【図 6】



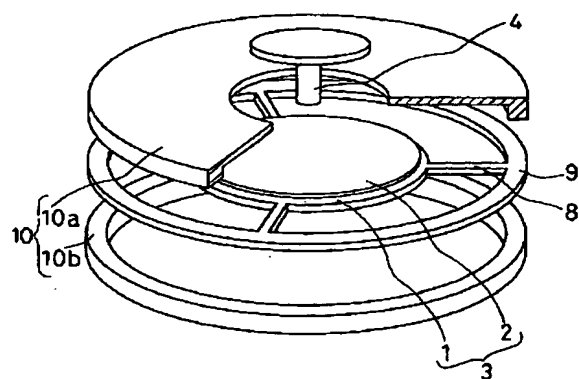
【図 7】



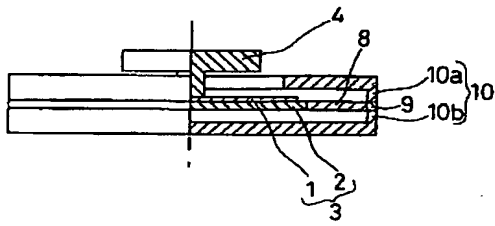
【図 8】



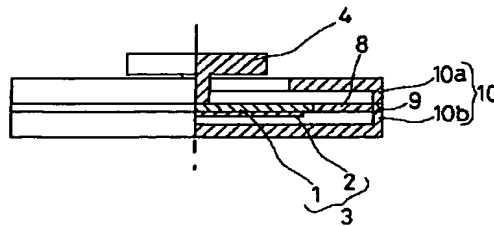
【図 9】



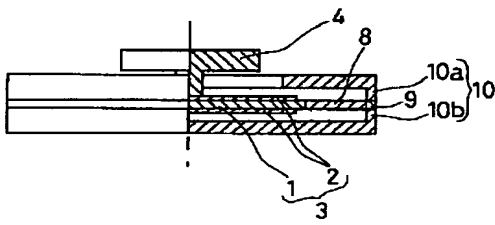
【図 10】



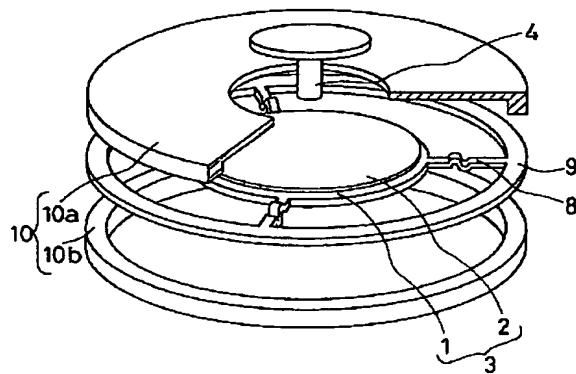
【図 11】



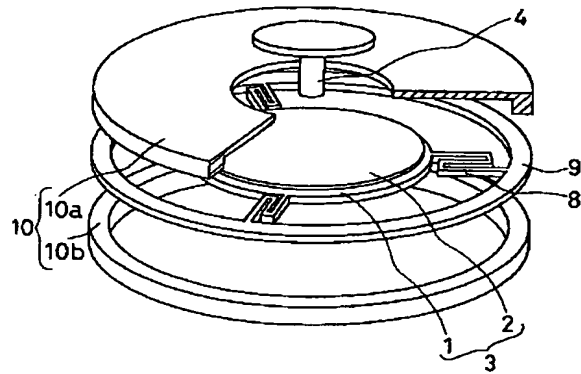
【図 12】



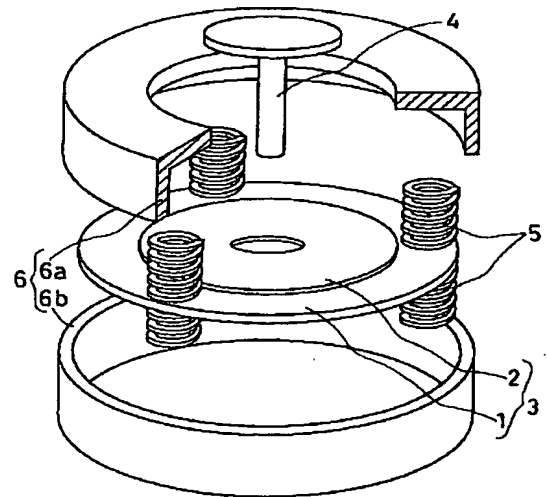
【図 13】



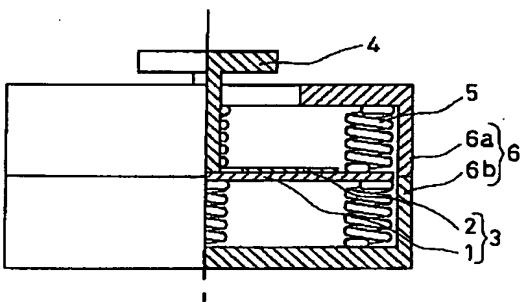
【図 14】



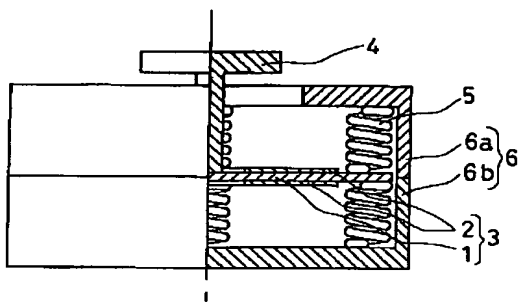
【図 15】



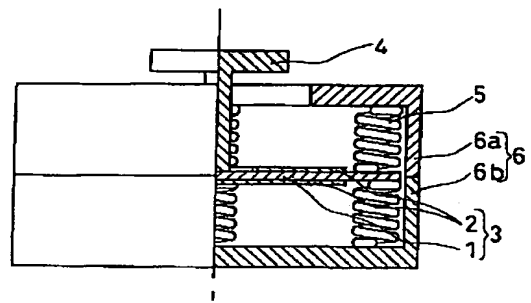
【図 16】



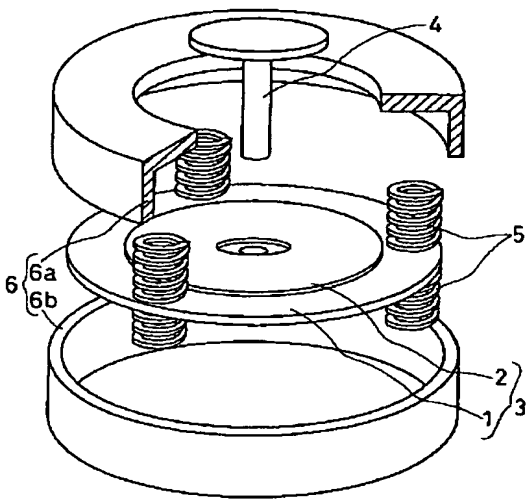
【図 17】



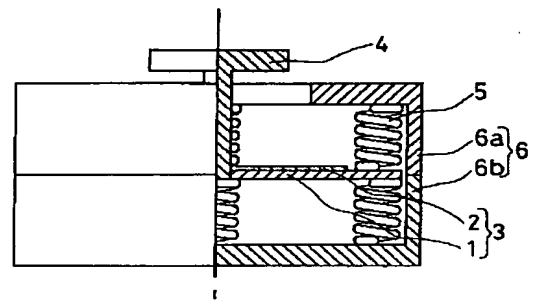
【図 18】



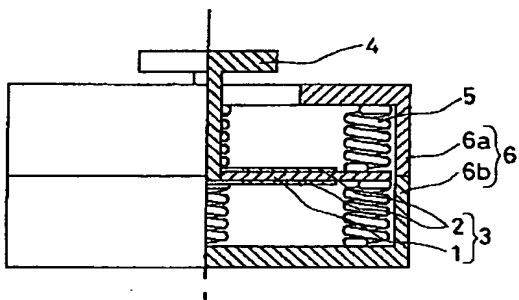
【図 19】



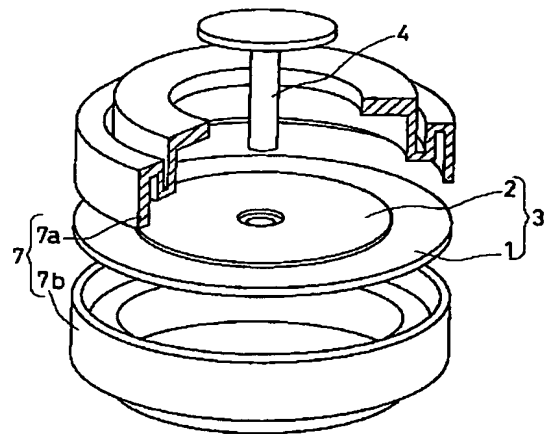
【図 20】



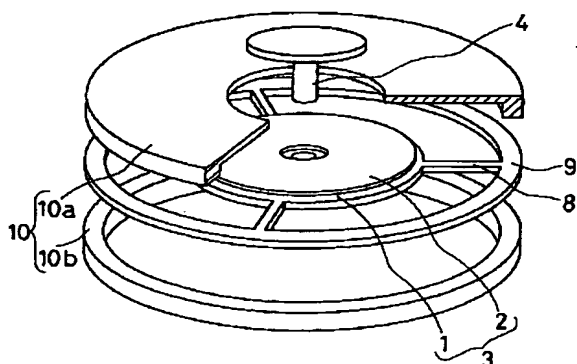
【図 21】



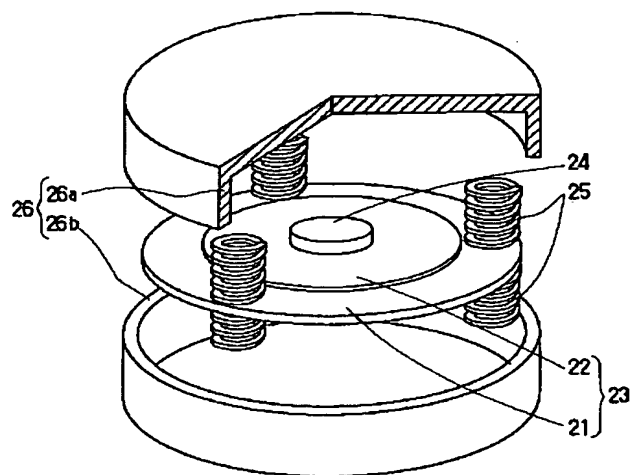
【図 22】



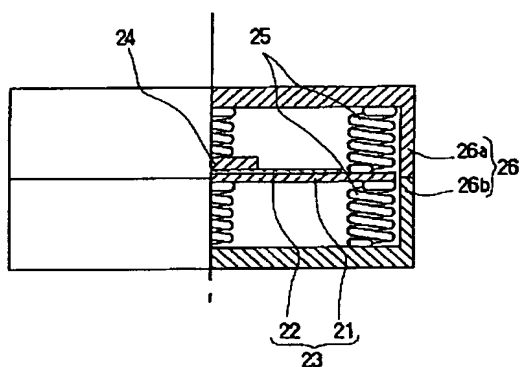
【図 23】



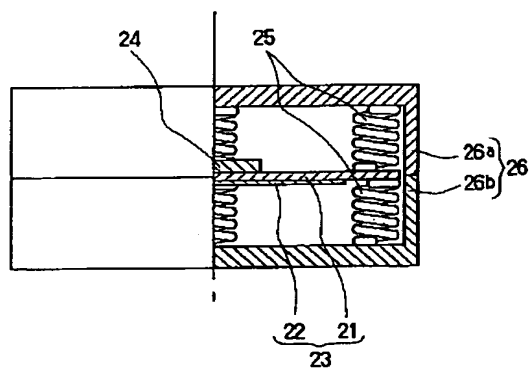
【図 24】



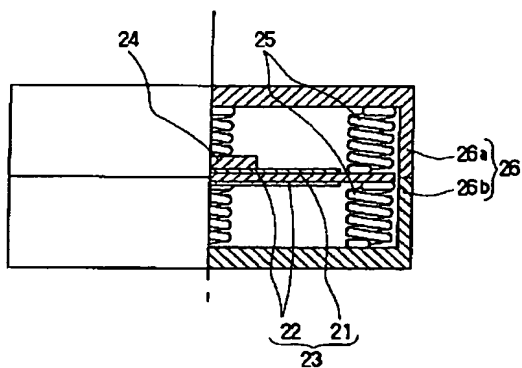
【図 25】



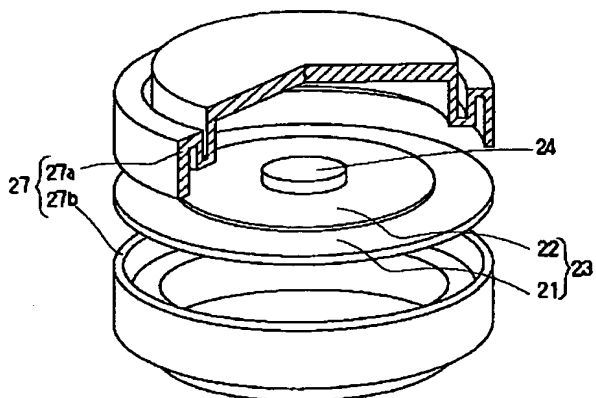
【図 26】



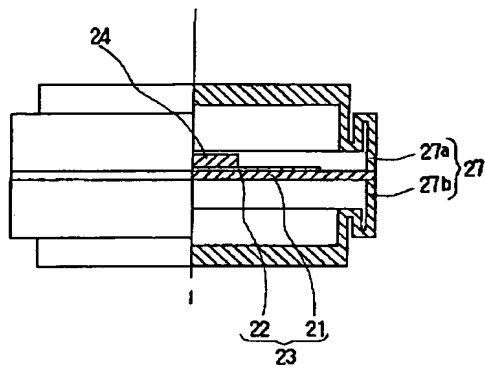
【図 27】



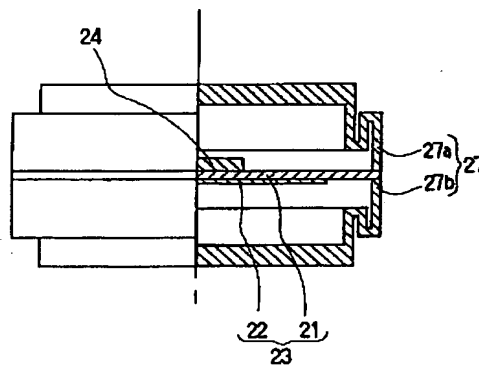
【図 28】



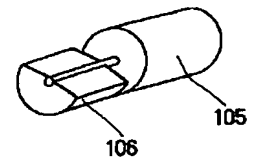
【図 29】



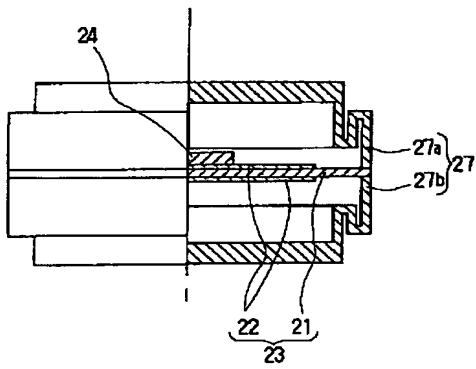
【図 30】



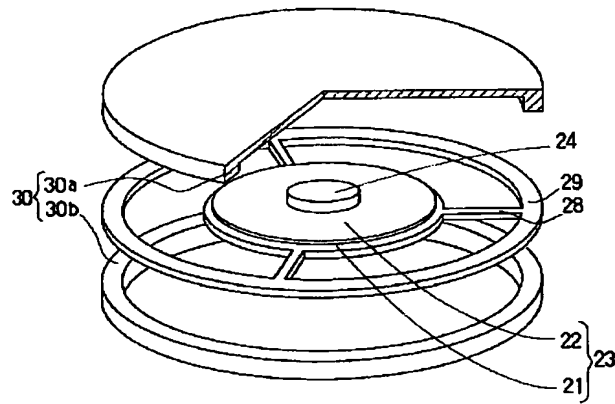
【図 48】



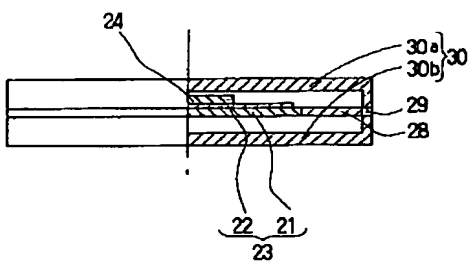
【図 31】



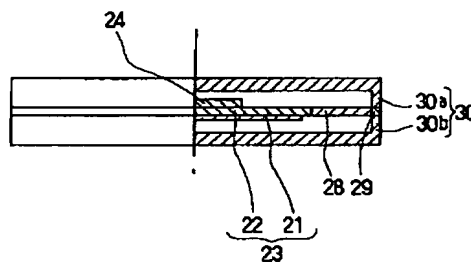
【図 32】



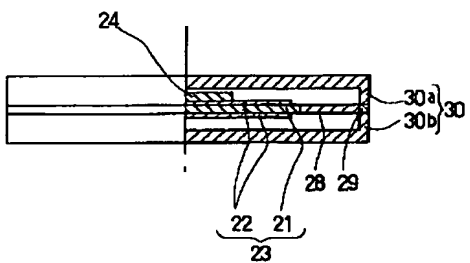
【図 33】



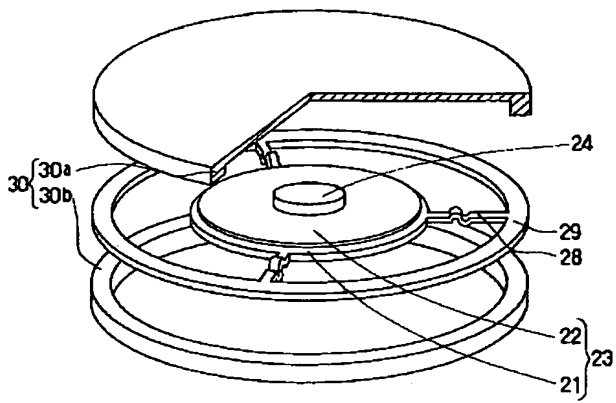
【図 34】



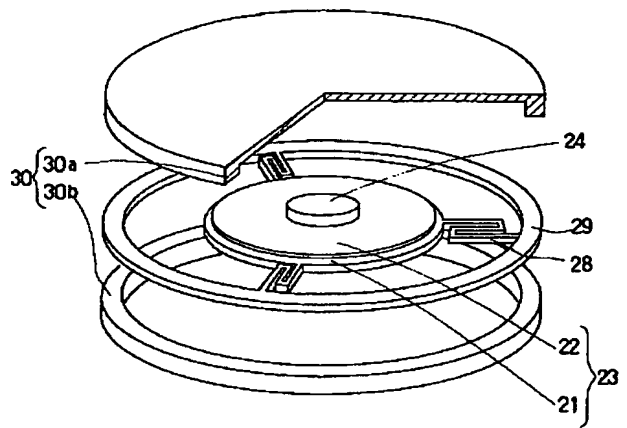
【図 35】



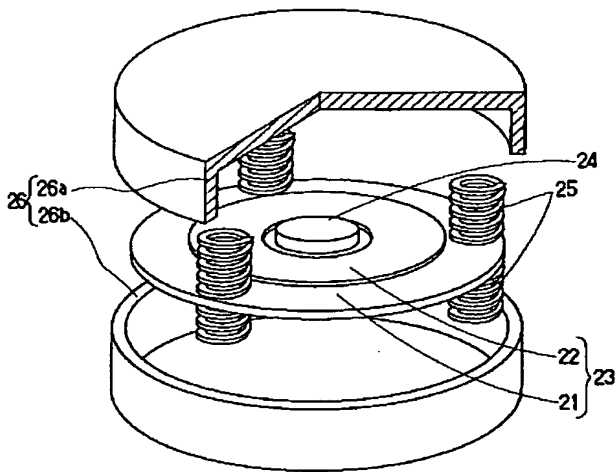
【図 36】



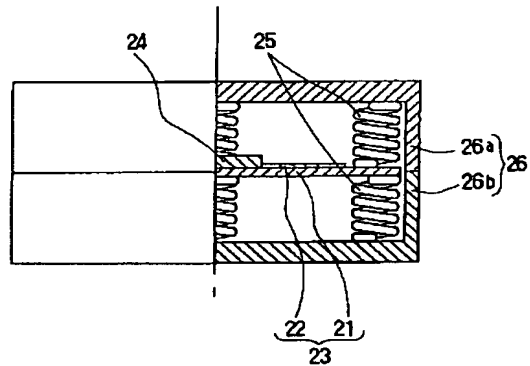
【図 37】



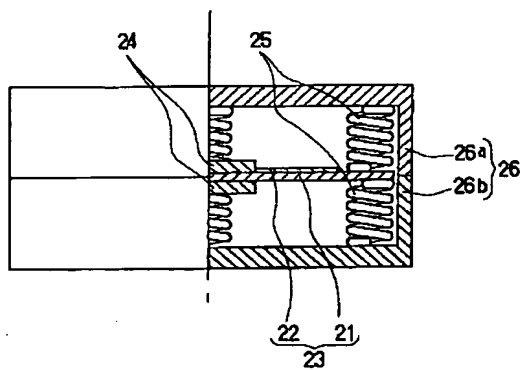
【図 38】



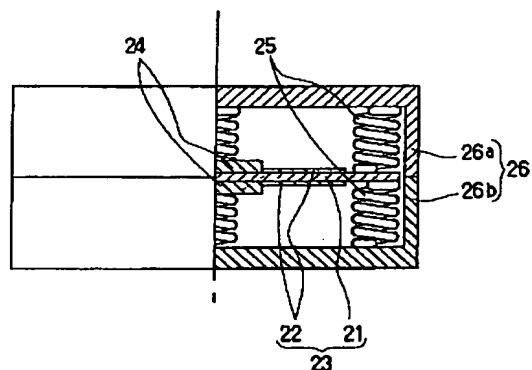
【図 39】



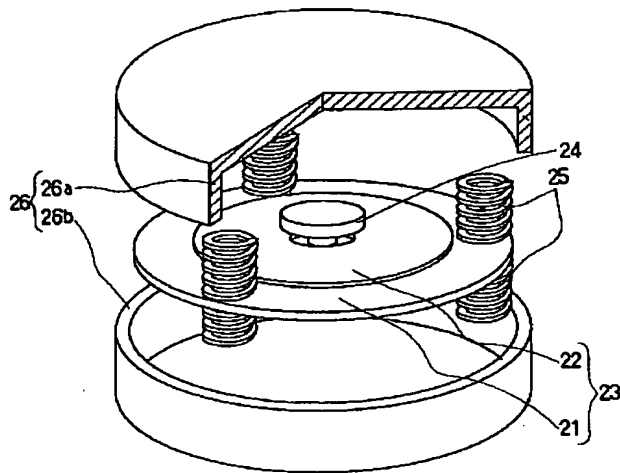
【図 40】



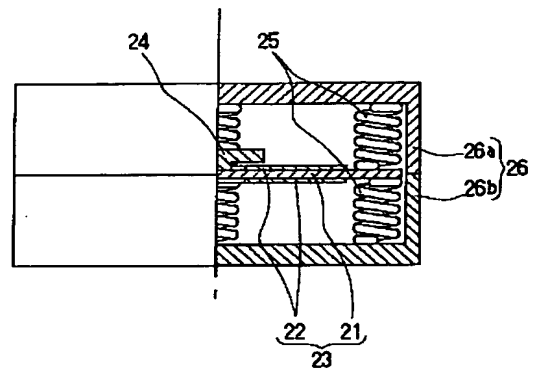
【図 41】



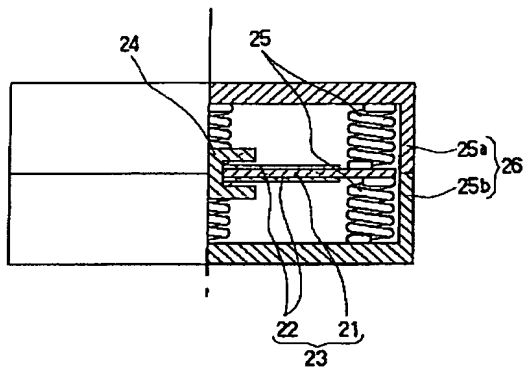
【図 4 2】



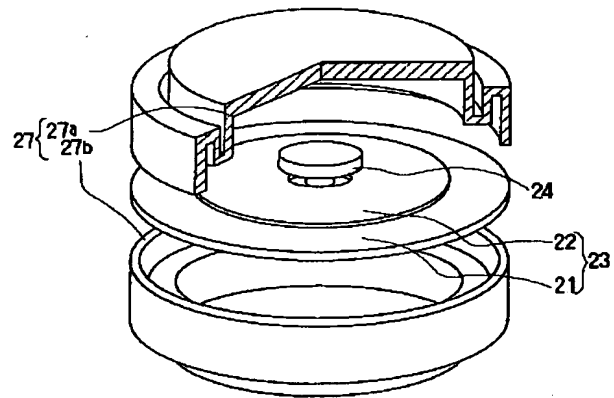
【図 4 3】



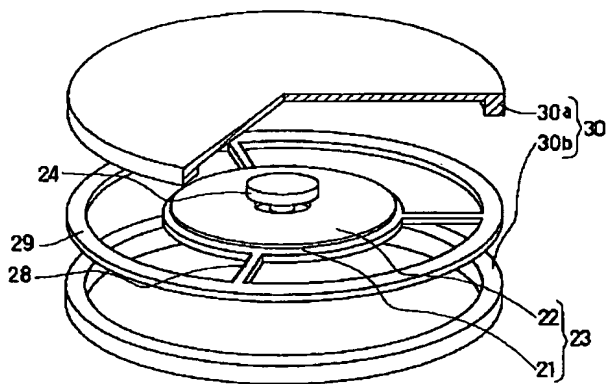
【図 4 4】



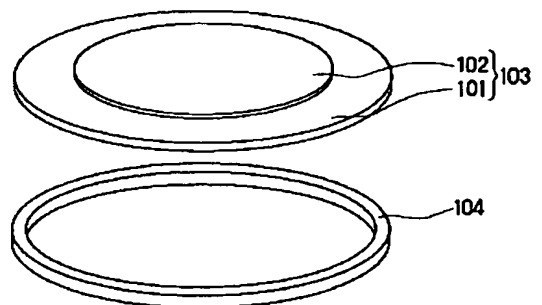
【図 4 5】



【図 4 6】



【図 4 7】



フロントページの続き

(72)発明者 今田 勝巳
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内
(72)発明者 川崎 修
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内
(72)発明者 滝本 修宏
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 南 邦彦
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内
Fターム(参考) 5D107 AA03 AA09 AA13 BB08 CC02
CC03 FF05 FF10
5H680 AA06 AA12 AA19 BC00 DD23
DD24 DD27 DD44 DD53 EE10
FF08